

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 821 508

(21) N° d'enregistrement national :  
01 02930

(51) Int Cl<sup>7</sup> : H 04 L 12/26, G 06 F 11/30

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 27.02.01.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société anonyme — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.08.02 Bulletin 02/35.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

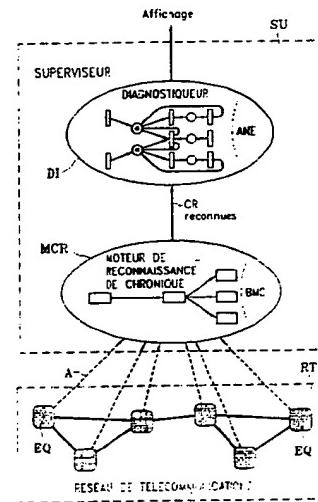
(72) Inventeur(s) : DOUSSON CHRISTOPHE et AGHASYAN ARMEN.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : MARTINET ET LAPOUX.

### (54) SUPERVISION ET DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME DYNAMIQUE.

(57) Pour superviser un système dynamique, tel qu'un réseau de télécommunications (RT), des chroniques (CR) dépendant d'événements, comme des alarmes (A), observées dans le système sont reconnues par un moteur (MRC), au moins une chronique dépendant au moins de deux événements. Préalablement des trajectoires d'un réseau de Petri sont construites avec des transitions constituées par des chroniques et dans chacune desquelles un événement n'apparaît qu'une fois. Un diagnostiqueur (DI) sélectionne un sous-ensemble de chroniques reconnues constituant des transitions d'une trajectoire, en tant que diagnostic. L'invention allie ainsi les avantages de chroniques à des trajectoires de réseau de Petri.



FR 2 821 508 - A1



**Supervision et diagnostic du fonctionnement d'un  
système dynamique**

La présente invention concerne de manière générale dans le cadre de l'intelligence artificielle, la supervision d'un système dynamique afin de produire des diagnostics sur le fonctionnement du système dynamique, particulièrement sur l'historique de défauts détectés dans celui-ci.

Le système dynamique supervisé peut être un réseau de télécommunications dans lequel des équipements de surveillance génèrent des alarmes.

Selon une première approche connue, la surveillance de l'évolution d'un système dynamique est basée sur une représentation de modèles de chroniques utilisant la reconnaissance d'événements pertinents, tels que des alarmes, observés au cours de l'évolution du système dynamique de manière à lier temporellement leurs causalités. Une chronique est ainsi un ensemble d'événements liés par des contraintes temporelles.

La figure 1 illustre un exemple d'un modèle de chronique C dans le cadre de la surveillance d'un réseau de télécommunications. Les événements sont par exemple une alarme de perte de signal LOS (Loss Of Signal) ou une alarme de perte de trame LOF (Loss Of Frame) apparaissant (Active) ou disparaissant (Clear), ou bien une perte de liaison LD (LinkDown) ou un retour en fonctionnement de la liaison LU (LinkUp), etc. Les intervalles temporels admissibles entre deux événements sont indiqués entre des crochets.

Cette première approche fait appel à un moteur de reconnaissance de chronique M ayant pour rôle principal de reconnaître de façon très efficace des schémas temporels dans un flot d'événements arrivant 5 au moteur de reconnaissance comparativement à des chroniques pré-enregistrées dans une base de modèles de chronique B, comme montré à la figure 2.

Cette première approche est une technologie performante dans le cadre de la supervision de 10 systèmes dynamiques comme les réseaux de télécommunications, par exemple. Le moteur de reconnaissance de chronique M peut traiter jusqu'à 20 événements par seconde environ.

Le moteur de recherche produit des chroniques 15 reconnues en fonction des instants des événements observés, comparativement aux contraintes temporelles des chroniques enregistrées, la reconnaissance étant incrémentée au fur et à mesure de l'entrée des événements observés.

Si la reconnaissance de chroniques offre une synthèse très efficace d'alarmes et une détection 20 rapide de dysfonctionnements, notamment à l'aide de l'exploitation de contraintes numériques, elle ne permet pas de relier causalement les événements, 25 tels que pannes et autres défauts, les uns aux autres au fur et à mesure de leur détection et de leur reconnaissance. Autrement dit, on peut toujours supposer que n'importe quelle chronique peut suivre n'importe quelle autre chronique sans qu'il soit 30 possible d'assurer si cet enchaînement est vraisemblable dans le système supervisé. Des événements peuvent appartenir à plusieurs chroniques distinctes sans possibilité de savoir si l'appartenance d'un événement à une chronique est

plus vraisemblable que l'appartenance du même événement à une autre chronique.

Selon une deuxième approche connue, la supervision de l'évolution d'un système dynamique utilise le formalisme des réseaux de Petri pour modéliser le comportement du système dynamique supervisé. Un réseau de Petri est composé de deux types de noeuds : les places représentatives d'événements E qui décrivent les états du système supervisé modélisé et les transitions représentatives des changements d'état du système. À certaines de ces transitions sont associées des observations telles que des alarmes, à raison d'une alarme par transition.

Comme montré par le graphe de causalité à la figure 3, le franchissement d'une transition TR correspondant au signalement d'une alarme par exemple dépend d'un ou plusieurs événements antérieurs EA, tels que pannes, placés en amont de la transition et nécessaires et suffisants pour engendrer l'alarme, et influence un ou plusieurs événements postérieurs EP, tels que pannes, placés en aval de la transition. La transition TR est ainsi un lien de causalité entre des événements passés et des événements futurs.

Une variante de l'algorithme de Viterbi permet, à partir de l'observation des alarmes, de reconstituer l'enchaînement des différentes transitions et donc des différents états par lequel est passé le système. Ces enchaînements sont indifféremment appelés trajectoires de réseau de Petri ou histoires du système supervisé. Une histoire permet de comprendre les causes des alarmes observées et donc la propagation de défauts ou

d'états de fonctionnement dans le système supervisé, et constitue un diagnostic du système supervisé pendant une période donnée.

L'algorithme de Viterbi construit des liens de causalité à partir d'un modèle sous forme de réseau de Petri et donc décrit des enchaînements d'événements possibles. Mais l'algorithme de Viterbi ne prend pas en compte les contraintes temporelles numériques existantes dans le système supervisé. Par exemple, il est impossible avec un tel diagnostic de différencier une panne générant deux alarmes espacées de 3 secondes par rapport à une autre panne générant les deux mêmes alarmes espacées de 10 secondes. Ainsi le diagnostic basé sur un réseau de Petri ignore les caractéristiques temporelles du système supervisé.

L'objectif de l'invention est de fournir un procédé de supervision de chroniques observées dans un système dynamique de façon à bénéficier des avantages des deux approches présentées ci-dessus. En d'autres termes, l'invention vise à la fois à expliciter des relations de causalités entre des chroniques, et à considérer des délais numériques dans un diagnostic.

Pour atteindre cet objectif, un procédé pour superviser un système dynamique, comprenant une reconnaissance de chroniques dépendant d'événements observés dans le système dynamique parmi des chroniques préalablement enregistrées, au moins une chronique enregistrée dépendant au moins de deux événements, est caractérisé en ce qu'il comprend préalablement une construction de trajectoires d'un réseau de Petri dans lesquelles des transitions sont

constituées par des chroniques enregistrées et dans chacune desquelles un événement n'apparaît qu'une fois, et une sélection parmi lesdites chroniques reconnues comprenant chacune au moins un événement 5 détecté dans le système dynamique, d'un sous-ensemble de chroniques reconnues qui constituent des transitions d'une trajectoire dans le réseau de Petri.

Comparativement à un diagnostic selon la 10 deuxième approche, l'invention établit un diagnostic plus précis que la simple juxtaposition des deux approches puisque deux pannes peuvent être différencierées en considérant l'écart temporel entre les différents événements tels que des alarmes dues 15 à ces pannes.

Les transitions du réseau de Petri selon l'invention ne sont plus des événements mais des chroniques d'événements.

Selon l'invention, au moins une chronique dans 20 le sous-ensemble comporte au moins deux événements tels que des alarmes, comparativement aux transitions du réseau de Petri étiquetées par un seul événement.

Selon une caractéristique de l'invention, la 25 construction de trajectoires de réseau de Petri comprend une reconnaissance de chroniques enregistrées contenant au moins un événement détecté dans le système dynamique, et une adjonction de chacune des chroniques reconnues à des trajectoires 30 de réseau de Petri pour chacune desquelles tous les événements de la chronique reconnue ne sont pas encore expliquées relativement à ladite trajectoire.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la sélection d'un sous-ensemble de chroniques 35 reconnues comprend un calcul d'intervalle temporels

entre les événements détectés dans le système dynamique, une reconnaissance de chroniques enregistrées dans la succession des événements détectés notamment par comparaison des intervalles calculés à des variations d'intervalles admissibles entre des événements dans les chroniques enregistrées, et une sélection d'une trajectoire ayant des transitions constituées par les chroniques reconnues selon l'ordre de celles-ci.

L'invention concerne également un superviseur pour la mise en œuvre du procédé de l'invention, comprenant un moyen de reconnaissance de chronique pour reconnaître des chroniques parmi des chroniques préalablement enregistrées en fonction d'événements observés dans le système dynamique, et un moyen de diagnostic ayant défini des trajectoires de réseau de Petri en fonction des chroniques enregistrées pour produire un diagnostic du système dynamique représenté par une trajectoire sélectionnée en fonction des chroniques reconnues par le moyen de reconnaissance de chronique.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées de l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est un graphe d'un modèle de chronique avec ses contraintes temporelles entre des événements, selon la technique antérieure ;

- la figure 2 est un bloc-diagramme schématique montrant un moteur de reconnaissance de chronique selon la technique antérieure ;

- la figure 3 est un graphe de causalité à réseau de Petri pour l'établissement de diagnostic selon la technique antérieure ;

5 - la figure 4 est un bloc-diagramme schématique d'un superviseur selon l'invention pour superviser un réseau de télécommunications ;

- la figure 5 est un algorithme d'un procédé de construction de trajectoires de réseau de Petri selon l'invention ;

10 - la figure 6 est un graphe d'un réseau de Petri à chroniques selon un premier exemple de l'invention ; et

- la figure 7 est un graphe d'un réseau de Petri à chroniques selon un deuxième exemple de  
15 l'invention.

Selon une réalisation préférée de l'invention montrée à la figure 4, le procédé de supervision s'appuie sur une plate-forme logicielle de gestion 20 implémentée dans un superviseur de réseau SU sous la forme d'une station de travail dans un système de surveillance et maintenance pour un réseau de télécommunications RT à superviser.

Le réseau de télécommunications RT peut être 25 n'importe quel type de réseau de télécommunications, ou ensemble de réseaux, tel que réseau téléphonique ou radiotéléphonique, réseau à haut débit de type ATM, réseau numérique à intégration de service RNIS, réseau de transmission de paquets, réseau internet, 30 réseau intranet, réseau local, etc. Des équipements de surveillance EQ dans le réseau de télécommunications RT détectent notamment des pannes ou défauts de fonctionnement et/ou des erreurs de transmission par exemple dans des noeuds et 35 terminaisons du réseau, comme dans des commutateurs,

multiplexeurs, brasseurs, routeurs, enregistreurs, serveurs, stations de base, etc. Les défauts ou pannes de fonctionnement et/ou erreurs de transmission détectés sont des événements signalés 5 sous la forme d'alarmes A par les équipements EQ au superviseur de réseau SU.

Le superviseur de réseau SU contient un logiciel de supervision composé essentiellement d'un moteur de reconnaissance de chronique MRC combiné à 10 un diagnostiqueur DI. Un algorithme de Viterbi est implémenté dans le diagnostiqueur DI et définit des trajectoires de réseau de Petri en fonction de chroniques C préalablement enregistrées dans une base de modèles de chronique BMC dans le moteur de 15 recherche MRC. Un diagnostic du réseau supervisé RT produit par le diagnostiqueur DI est affiché en fonction de chroniques reconnues CR dans des successions d'alarmes détectées dans le réseau supervisé. Chaque diagnostic affiché est par exemple 20 sous la forme d'un graphe de trajectoire de réseau de Petri dans le diagnostiqueur.

Le superviseur de réseau SU construit toutes les trajectoires possibles du réseau de 25 télécommunications RT selon les étapes principales de construction suivantes E0 à E7 montrées à la figure 5.

A une étape initiale E0 est décrite l'expertise de diagnostic sous la forme d'une combinaison d'un 30 jeu de chroniques déjà enregistrées dans le moteur MRC et d'un réseau de Petri dans le diagnostiqueur DI. Le jeu de chroniques est défini à partir d'événements déjà observés dans le réseau dynamique RT à superviser comme dans la première approche connue ; les chroniques représentent des groupements 35

d'alarmes associées à des contraintes temporelles. Le réseau de Petri a des transitions étiquetées non plus par des alarmes mais par les chroniques précédemment définies ; le réseau de Petri décrit donc les 5 enchaînements possibles des chroniques.

Compte-tenu des alarmes reçues, le superviseur construit des trajectoires de réseau de Petri déterminées par les histoires possibles du réseau supervisé de la façon suivante. Selon l'invention, 10 une histoire est un enchaînement de chroniques reconnues auquel est associé également un ensemble d'alarmes "non expliquées" ANE.

Lorsqu'une alarme détectée A est transmise par un équipement EQ au superviseur de réseau SU à 15 l'étape E1, l'étape suivante E2 ajoute l'alarme détectée dans l'ensemble d'alarmes "non expliquées" ANR de chacune HI des histoires en cours dans le diagnostiqueur DI. L'alarme détectée est également appliquée au moteur de reconnaissance de chronique 20 MR qui recherche des chroniques enregistrées contenant l'alarme détectée dans la base de modèles de chroniques BMC à l'étape E3.

Chaque chronique reconnue CR est appliquée par le moteur MRC au diagnostiqueur DI à l'étape E4. 25 Pour chaque histoire HI, le diagnostiqueur DI vérifie que toutes les alarmes de la chronique reconnue appliquée CR sont contenues dans l'ensemble des alarmes "non expliquées" ANE de l'histoire HI, à l'étape E5. Le diagnostiqueur DI ajoute la chronique 30 reconnue CR à chacune des histoires pouvant l'accepter, et supprime les alarmes de cette chronique reconnue dans l'ensemble des alarmes "non expliquées" ANE de l'histoire HI, à l'étape E6.

Si les étapes E3 et E5 ne sont pas satisfaites, 35 le procédé retourne à l'étape E1.

Les histoires, c'est-à-dire les trajectoires de réseau de Petri pour le réseau supervisé RT sont ainsi complétées en réponse à chaque alarme A, selon l'algorithme itératif E1 à E7.

5 Le mécanisme d'extension des histoires et de gestion de celles-ci est celui de l'algorithme de Viterbi déjà utilisé dans des réseaux de Petri connus sans chroniques et en modifiant la définition de l'état d'une trajectoire comme indiqué ci-dessus.

10

Deux exemples d'utilisation du réseau de Petri construit selon l'invention illustrent ci-après le gain apporté à la précision du diagnostic par le procédé de supervision de l'invention. La seconde 15 est considérée comme unité de temps.

Dans chaque exemple, un diagnostic est établit selon les étapes principales ET1 à ET6 montrées à la figure 6.

A la suite d'alarmes successives reçues par le 20 superviseur à l'étape ET1, le moteur de reconnaissance de chronique MRC calcule des intervalles temporels entre les alarmes reçues, à l'étape ET2. Puis, le moteur MRC compare chaque 25 intervalle calculé avec des variations d'intervalles admissibles entre alarmes dans des chroniques enregistrées à l'étape ET3.

Les chroniques reconnues CR comme ayant des 30 variations d'intervalles contenant des intervalles entre alarmes reçues et comme contenant au moins une alarme reçue sont appliquées par le moteur MRC au diagnostiqueur DI, à l'étape ET4.

Le diagnostiqueur DI sélectionne alors parmi les trajectoires de réseau de Petri, une trajectoire T dont les transitions sont constituées par les 35 chroniques reconnues et respectent l'ordre des

chroniques reconnues à l'étape ET5, de manière à afficher par exemple le graphe de cette trajectoire à l'étape ET6.

5       **Exemple 1, figure 7 :**

Dans le réseau surveillé RT peuvent se produire les quatre pannes suivantes P1 à P4 détectées et signalées par des équipements EQ :

- lors de la panne P1, le réseau envoie une alarme A1
- 10      constituant une chronique C1 ;
- lors de la panne P2, le réseau envoie une alarme A2 suivie d'une alarme A3 dans les 10 secondes ce qui constitue une chronique C2 ;
- lors de la panne P3, le réseau envoie les alarmes
- 15      A1 et A2 entre 5 et 20 secondes plus tard ce qui constitue une chronique C3 ;
- lors de la panne P4, le réseau envoie l'alarme A3 qui constitue une chronique C4.

Le moteur de reconnaissance de chronique MRC

20      enregistre préalablement les chroniques C1 à C4 constituées selon les étapes E1 à E4, comme suit:

```
chronique C1 {event(A1, t1); },  
chronique C2 {event(A2, t2); event(A3, t3);  
                 (t3-t2) dans [0, 10]; },  
25      chronique C3 {event(A1, t1); event(A2, t2);  
                 (t2-t1) dans [5, 20]; },  
          chronique C4 {event(A3, t3); },  
dans chacune desquelles "event" désigne un événement  
A1 à A3 produit à un instant respectif t1 à t3 pour  
30      la chronique.
```

De plus le diagnostiqueur DI sait que la panne P2 est toujours précédée de la panne P1, et la panne P4 est toujours précédée de la panne P3. Le diagnostiqueur DI construit deux trajectoires T1 et

35      T2 exprimant les liens de causalité, c'est-à-dire

les successions de pannes P1-P2 et P3-P4 dans un réseau de Petri selon l'invention, comme montré à la figure 7, et introduit dans le réseau de Petri les chroniques C1 à C4 en tant que transitions afin de décrire le comportement du réseau surveillé RT, selon les étapes E5 et E6.

Si, lors de la supervision, le superviseur de réseau SU reçoit une alarme A1 à  $t=20$  s, une alarme A2 à  $t=50$  s et une alarme A3 à  $t=55$  s (étape ET1),  
10 le moteur de reconnaissance de chronique MRC calcule les intervalles temporels entre les alarmes successives reçues tels que  $50-20=30$  s et  $55-50=5$  s (étape ET2) et compare ces intervalles aux variations d'intervalles temporels stipulées dans  
15 les chroniques déjà enregistrées (étape ET3). Le moteur reconnaît alors les chroniques C1, C2 et C4, et les applique au diagnostiqueur DI (étape ET4).

Le diagnostiqueur DI recherche les trajectoires qui contiennent une succession d'alarmes A1, A2 et  
20 A3 et au plus les chroniques C1, C2 et C4 (étape ET5). Le diagnostiqueur DI affiche la trajectoire T1 correspondant à l'enchaînement des pannes P1 et P2 (étape ET6) puisque les alarmes reçues A1, A2 et A3 respecte l'enchaînement des pannes P1 et P2 et les  
25 contraintes temporelles dans la chronique C2 de la trajectoire T1 :  $55-50=5$  s  $\in [0, 10]$  s, et puisque les contraintes temporelles dans la chronique C3 dans l'autre enchaînement des pannes P3 et P4 correspondant à la trajectoire T2 ne sont pas  
30 respectées par les alarmes reçues A1 et A2 :  $50-20=30$  s  $\notin [5, 20]$  s.

De la même façon, si le superviseur de réseau SU reçoit une alarme A1 à  $t=10$  s, une alarme A2 à  $t=20$  s et une alarme A3 à  $t=35$  s, le moteur de  
35 reconnaissance de chronique MRC calcule les

intervalles temporels entre les alarmes successives reçues tels que  $20-10=10$  s et  $35-20=15$  s et compare ces intervalles aux variations d'intervalles temporels stipulées dans les chroniques déjà enregistrées. Le moteur reconnaît alors les chroniques C1, C3 et C4, et les applique au diagnostiqueur DI.

Le diagnostiqueur DI recherche les trajectoires qui contiennent une succession d'alarmes A1, A2 et A3 et au plus les chroniques C1, C3 et C4. Le diagnostiqueur DI affiche la trajectoire T2 correspondant à l'enchaînement des pannes P3 et P4 puisque les alarmes reçues A1, A2 et A3 respecte l'enchaînement des pannes P3 et P4 et les contraintes temporelles dans la chronique C3 de la trajectoire T2 :  $20-10=10$  s  $\in [5, 20]$  s, et puisque les contraintes temporelles dans la chronique C2 dans l'autre enchaînement des pannes P1 et P2 correspondant à la trajectoire T1 ne sont pas respectées par les alarmes reçues A1 et A2 :  $35-20=15$  s  $\notin [0, 10]$  s.

En revanche, si un réseau de Petri est utilisé selon la technique antérieure sans les chroniques et donc sans les contraintes temporelles pour les deux exemples précédents, un diagnostiqueur contenant ce réseau de Petri reçoit successivement les alarmes A1, A2 et A3 et produit un diagnostic composé de l'alternative entre les pannes successives P1 et P2 et les pannes successives P3 et P4 sans être capable de choisir l'une de ces deux trajectoires.

Grâce à l'ajout des chroniques dans le réseau de Petri, le diagnostic est affiné selon l'invention.

Dans le réseau surveillé RT peuvent se produire les quatre pannes suivantes P5 à P8 détectées et signalées par des équipements EQ :

- lors de la panne P5, le réseau envoie une alarme A1 suivie d'une alarme A2 dans les 10 secondes ce qui constitue une chronique C5 ;
- lors de la panne P6, le réseau envoie une alarme A2 suivie d'une alarme A3 dans les 10 secondes ce qui constitue une chronique C6 ;
- lors de la panne P7, le réseau envoie les alarmes A2 et A3 dans les 10 secondes, constituant la chronique C6 ;
- lors de la panne P8, le réseau envoie les alarmes A1 et A2 dans les 10 secondes, constituant la chronique C5.

Le moteur de reconnaissance de chronique MRC enregistre préalablement les chroniques C5 et C6 constituées selon les étapes E1 à E4, comme suit:

```

chronique C5 {event(A1, t1); event(A2, t2);
20           (t2-t1) dans [0, 10]; },
chronique C6 {event(A2, t2); event(A2, t3);
              (t3-t2) dans [0, 10]; }.
```

De plus le diagnostiqueur DI sait que la panne P6 est toujours précédée de la panne P5, et la panne P8 est toujours précédée de la panne P7. Le diagnostiqueur DI construit deux trajectoires T3 et T4 exprimant les liens de causalité, c'est-à-dire les successions de pannes P5-P6 et P7-P8 dans un réseau de Petri selon l'invention, comme montré à la figure 8, et introduit dans le réseau de Petri les chroniques C5 et C6 en tant que transitions afin de décrire le comportement du réseau surveillé RT, selon les étapes E5 à E6.

Si, lors de la supervision, le superviseur de réseau SU reçoit une alarme A1 à  $t=20$  s, une alarme

A2 à  $t=25$  s, , une autre alarme A2 à  $t=42$  s et une alarme A3 à  $t=45$  s (étape ET1), le moteur de reconnaissance de chronique MRC calcule les intervalles temporels entre les alarmes successives 5 reçues tels que  $25-20=5$  s et  $45-42=3$  s (étape ET2) et compare ces intervalles aux variations d'intervalles temporels stipulées dans les chroniques déjà enregistrées (étape ET3). Le moteur reconnaît alors les chroniques C5 et C6 puisque 5 s 10  $\notin [0, 10]$  s et 3 s  $\in [0, 10]$  s. Le moteur applique les chroniques reconnues C5 et C6 selon cet ordre au diagnostiqueur DI (étape ET4).

Le diagnostiqueur DI recherche les trajectoires qui contiennent une succession d'alarmes A1, A2 et 15 A3 et au plus les chroniques reconnues C5 et C6 (étape ET5). Le diagnostiqueur DI affiche la trajectoire T3 correspondant à l'enchaînement des pannes P5 et P6 (étape ET6) puisque les chroniques reconnues C5 et C6 respectent l'ordre de 20 l'enchaînement des pannes P5 et P6 dans la trajectoire T3 et ne respectent pas l'ordre des chroniques C6 et C5 dans la trajectoire T4.

En revanche, si un moteur de reconnaissance de chronique est utilisé selon la technique antérieure 25 sans des relations de causalité entre les chroniques pour l'exemple précédent, ce moteur de reconnaissance de chronique reçoit successivement les alarmes A1, A2 et A3 et ne reconnaît que les chroniques C5 et C6 en réponse aux alarmes A1-A2 et 30 A2-A3. Comme la chronique C5 correspond aux pannes P5 et P8 et que la chronique C6 correspond aux pannes P6 et P7, le diagnostic final serait la panne P5 ou P8 puis la panne P6 ou P7 en réponse à la succession des chroniques C5 et C6 sans être capable

de choisir l'une des quatre trajectoires possibles P5-P6, P5-P7, P8-P6 et P8-P7.

Grâce à l'introduction des chroniques en tant que transitions dans le réseau de Petri, le diagnostic est affiné selon l'invention.

## REVENDICATIONS

1 - Procédé pour superviser un système dynamique (RT), comprenant une reconnaissance de chroniques (CR) dépendant d'événements (A) observés dans le système dynamique parmi des chroniques préalablement enregistrées, au moins une chronique enregistrée (C2 ; C6) dépendant au moins de deux événements (A2, A3), caractérisé en ce qu'il comprend préalablement une construction (E0 - E7) de trajectoires (T1 - T4) d'un réseau de Petri dans lesquelles des transitions sont constituées par des chroniques enregistrées (C1 - C6) et dans chacune desquelles un événement n'apparaît qu'une fois, et une sélection (ET1 - ET5) parmi lesdites chroniques reconnues comprenant chacune au moins un événement (A1 - A3) détecté dans le système dynamique (RT), d'un sous-ensemble de chroniques reconnues qui constituent des transitions d'une trajectoire dans le réseau de Petri.

2 - Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la construction de trajectoires de réseau de Petri comprend une reconnaissance (E1 - E3) de chroniques enregistrées contenant au moins un événement (A) détecté dans le système dynamique (RT), et une adjonction (E4 - E6) de chacune des chroniques reconnues à des trajectoires de réseau de Petri (HI) pour chacune desquelles tous les événements de la chronique reconnue ne sont pas encore expliquées relativement à ladite trajectoire.

3 - Procédé conforme à la revendication 1 à 2, caractérisé en ce que la sélection d'un sous-ensemble de chroniques reconnues comprend un calcul (ET2)

d'intervalles temporels entre les événements détectés dans le système dynamique (RT), une reconnaissance (ET3) de chroniques enregistrées dans la succession des événements détectés notamment par comparaison des 5 intervalles calculés à des variations d'intervalles admissibles entre des événements dans les chroniques enregistrées, et une sélection (ET5) d'une trajectoire ayant des transitions constituées par les chroniques reconnues selon l'ordre de celles-ci.

10

4 - Superviseur de réseau (SU) pour la mise en œuvre du procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de reconnaissance de chronique 15 (MRC) pour reconnaître des chroniques (CR) parmi des chroniques préalablement enregistrées en fonction d'événements (A) observés dans le système dynamique (RT), et un moyen de diagnostic (DI) ayant défini des trajectoires de réseau de Petri en fonction des 20 chroniques enregistrées (CR) pour produire un diagnostic du système dynamique (RT) représenté par une trajectoire sélectionnée en fonction des chroniques reconnues par le moyen de reconnaissance de chronique (MRC).

25

5 - Superviseur conforme à la revendication 4, dans lequel le système dynamique est un réseau de télécommunications (RT), et les événements sont des alarmes (A1 - A3) signalant des pannes (P1 - P8) 30 détectées dans le réseau de télécommunications.

1/5

FIG. 1

(TECHNIQUE ANTERIEURE)

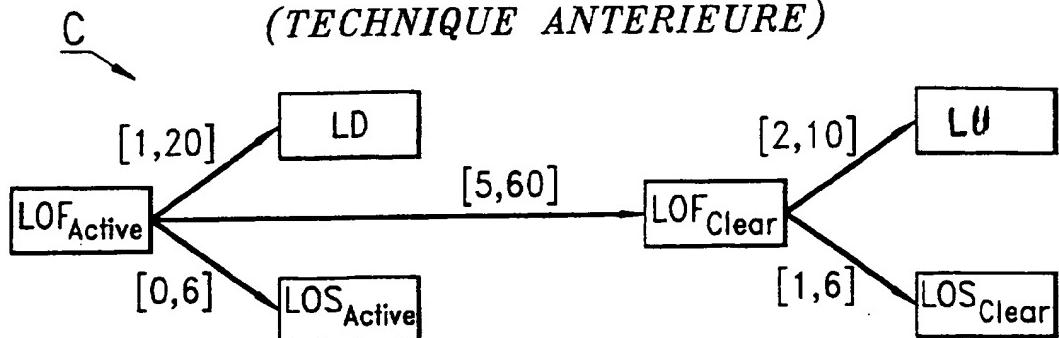


FIG. 2

(TECHNIQUE ANTERIEURE)

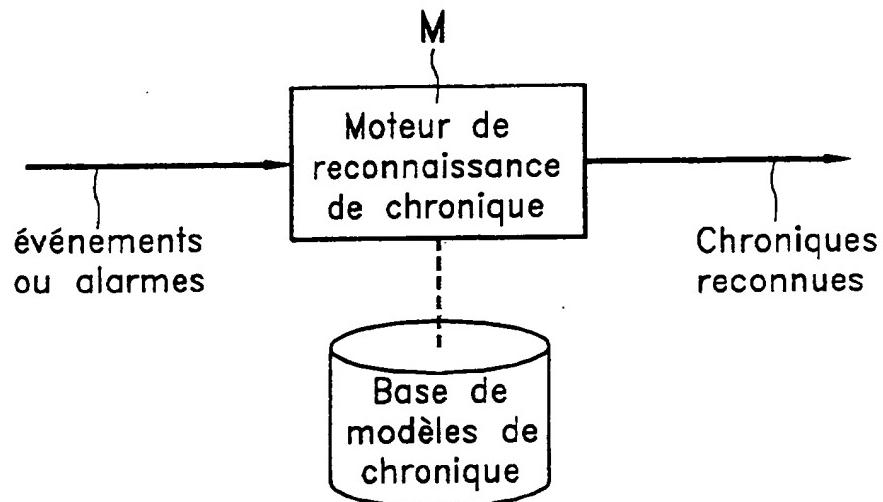


FIG. 3

(TECHNIQUE ANTERIEURE)

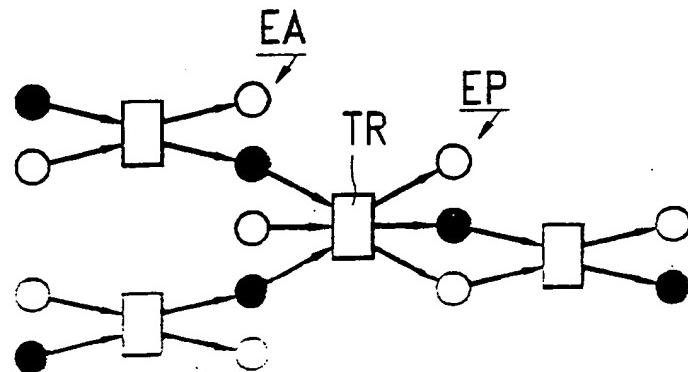


FIG. 4

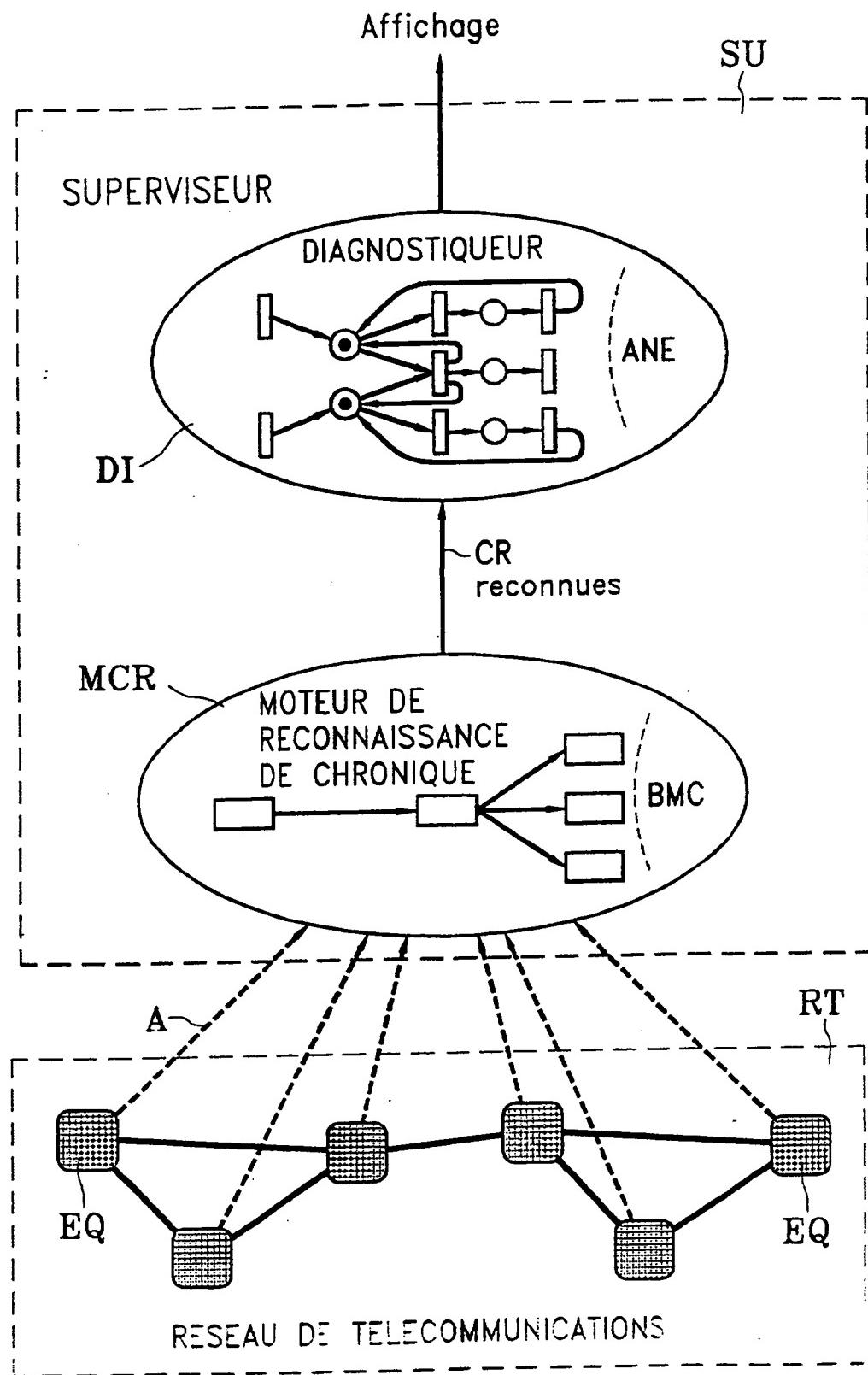
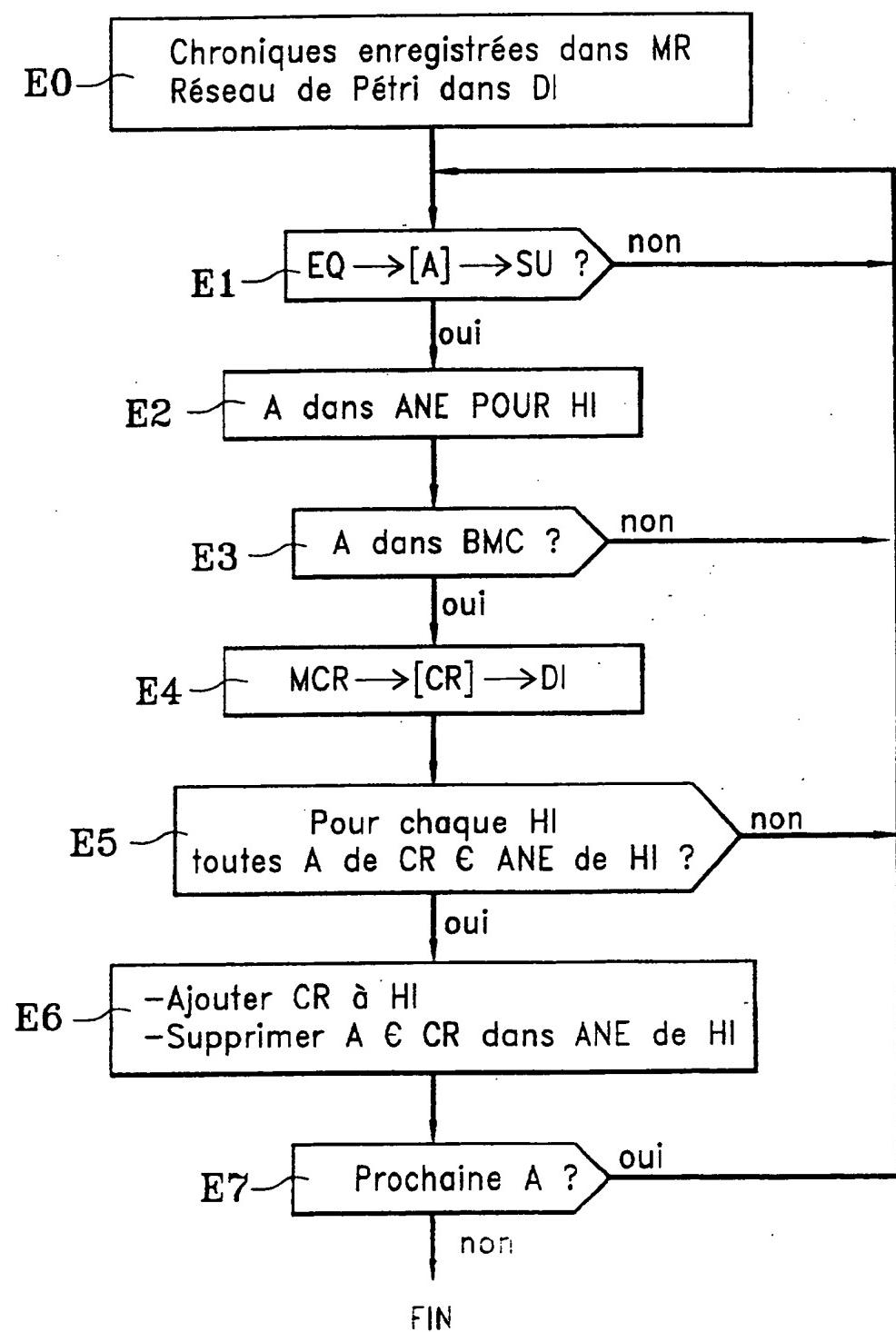
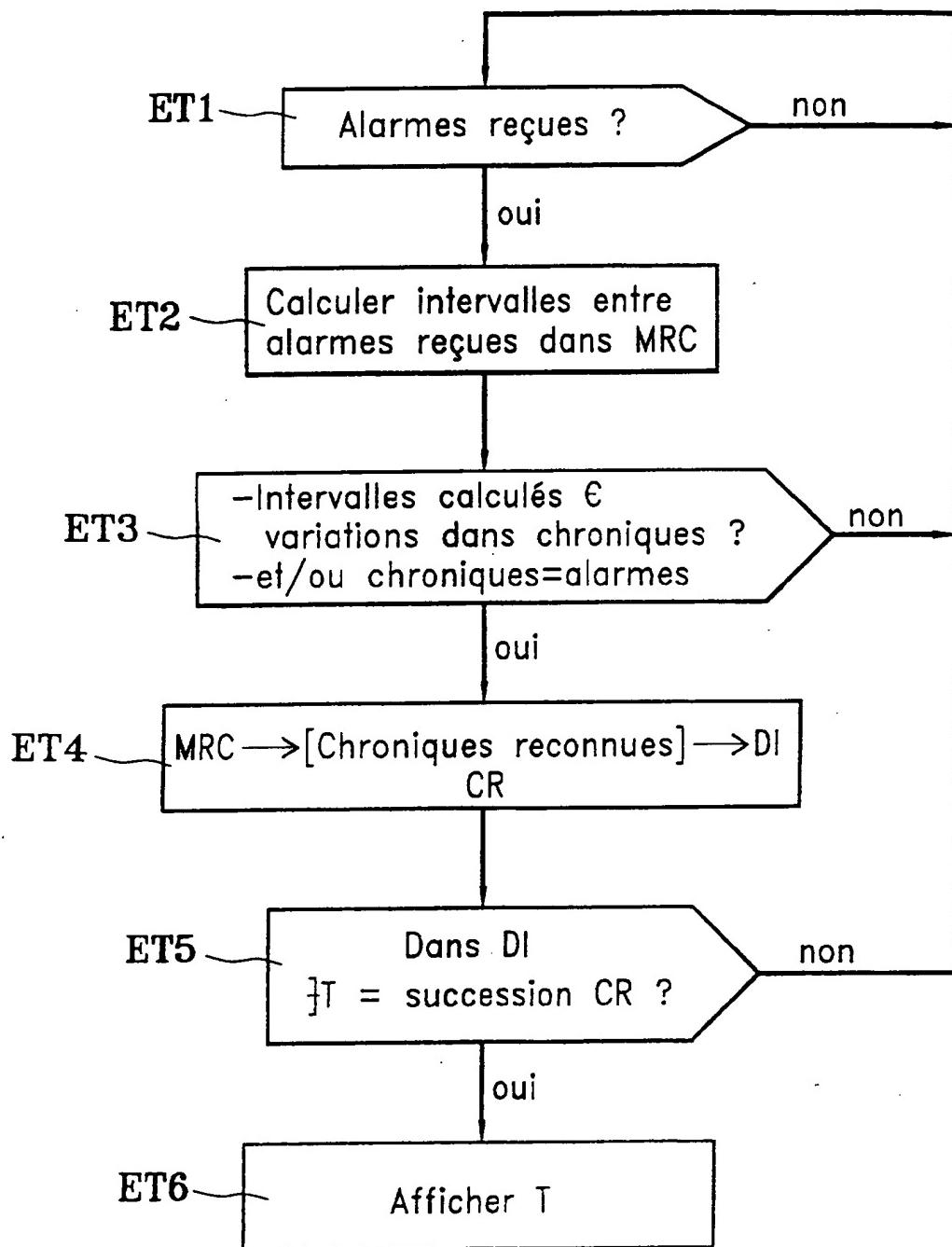


FIG.5



4/5

FIG.6



2821508

5/5

FIG. 7

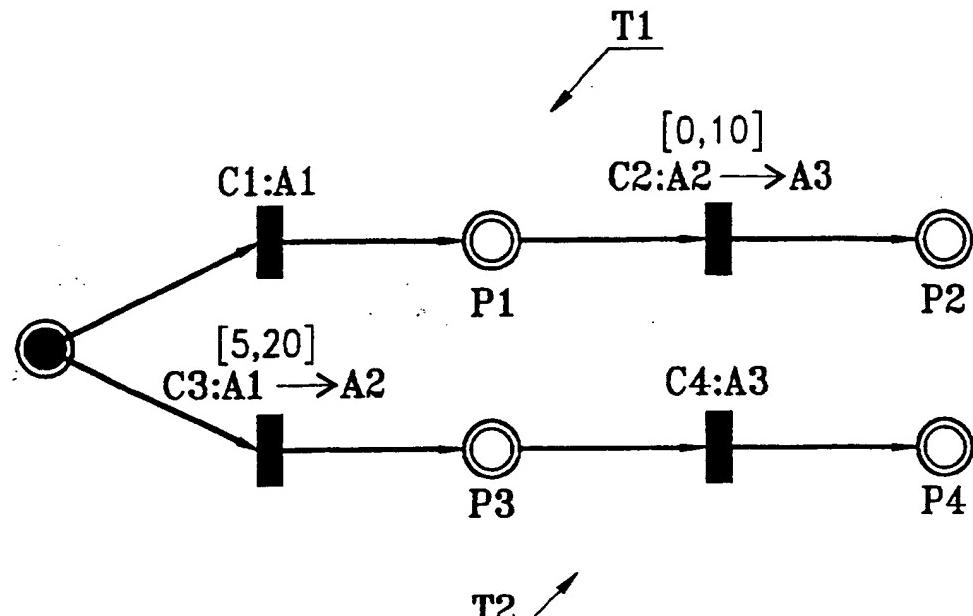
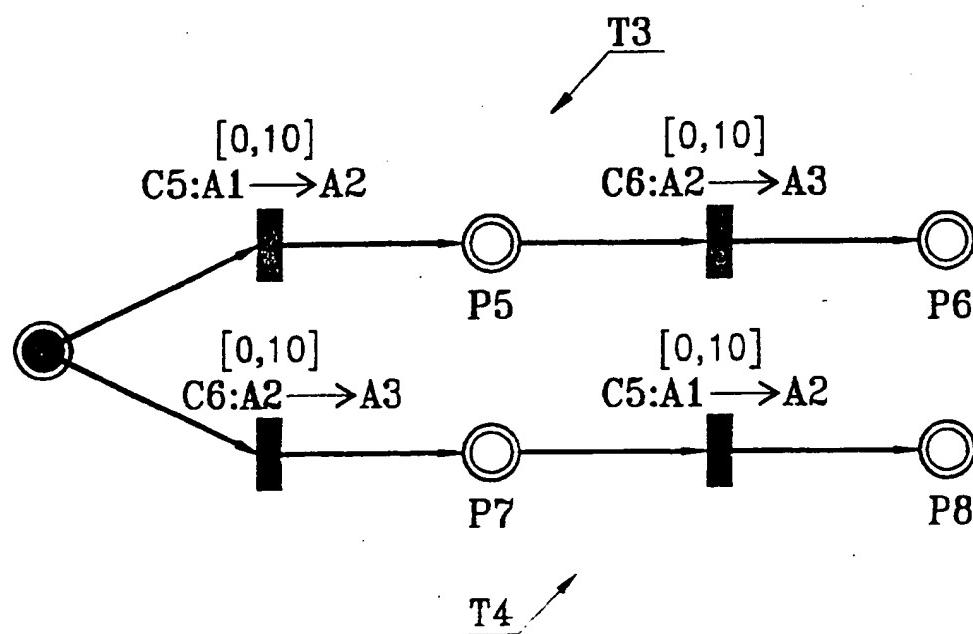


FIG. 8





## RAPPORT DE RECHERCHE

## PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS |   | Revendication(s) concernée(s)  | Classement attribué à l'invention par l'INPI          |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Catégorie                             | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   |  |   |
| A                                     | <p>TANG R ET AL: "A PROCESS CONTROL AND DIAGNOSTIC TOOL BASED ON CONTINUOUS FUZZY PETRI NETS"<br/>         SAFETY AND RELIABILITY IN EMERGING CONTROL TECHNOLOGIES. A POSTPRINT VOLUME FROM THE IFAC WORKSHOP, XX, XX,<br/>         12 décembre 1994 (1994-12-12), pages 103-108, XP001006354<br/>         * le document en entier *</p> <p>-----</p> | 1, 4   | H04L12/26<br>G06F11/30                                |
|                                       |   |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)<br><br>H04L |
| 1                                     |   | Date d'achèvement de la recherche<br>17 décembre 2001  | Examinateur<br>Brichau, G                             |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS         |   | X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>C : avulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br><br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille document correspondante |   |
| EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)          |   |  |   |